

**TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON RINGAN
DENGAN MENGGUNAKAN BATU APUNG DAN SERBUK BATU
PALIMANAN**

Naskah Publikasi



diajukan oleh :

ADONIS

NIM : D 100 070 059

NIRM : 07 6 106 03010 50059

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN
TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON RINGAN
DENGAN MENGGUNAKAN BATU APUNG DAN SERBUK BATU
PALIMANAN

Tugas Akhir
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji
Pada Tanggal : 12 Februari 2014

diajukan oleh


ADONIS
NIM D 100 070 059
NIRM 07 6 106 03010 50059

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Pertama


(Ir. H. Subendro Trinugroho, M.T.)
NIK 732

Pembimbing Kedua


(Ir. H. Aliem Sudjatmiko, M.T.)
NIP 1959.06.28.1987.03.1.002

Anggota


(Basuki, S.T., M.T.)
NIK 783

Tugas akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta... 20 Februari 2014

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK 682

Ketua Program Studi


(Ir. H. Subendro Trinugroho, M.T.)
NIK 732

THE REVIEW COMPRESSIVE STRENGTH AND TENSILE STRENGTH OF LIGHTWEIGHT CONCRETE WITH PUMICE AND STONE DUST PALIMANAN

Adonis

(D 100 070 059)

Civil Engineering Department
Faculty of Engineering
Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect and the optimum value of the compressive strength and tensile strength of lightweight concrete using pumice as a replacement for coarse aggregate and stone dust palimanan as fine aggregate replacement . This study uses materials such as concrete cylinder test with replacement percentage of 0% , 5 % , 7.5 % , 10 % , 12.5 % and 15 % both for replacement of fine aggregate and coarse aggregate . Planning the concrete in this study using the ACI method . The results of this study to answer the formulation which has been described in Chapter I, among others, is that the replacement material floured palimanan and pumice stone with a percentage of 5 % , 7.5 % , 10 % , 12.5 % , and 15 % had concrete can be categorized as mild as its density has not met the requirements . Optimum compressive strength obtained was 14.55445 MPa at replacement percentage of 10.4205 % . While the tensile strength of the results obtained on the percentage of replacement MPa 2.35497 10.86842 % . So the advice and input of researchers is the need for further research on the percentage of replacement and a pumice stone powder palimanan more than 15 % and the presence of substitute materials research by separating the pumice stone and powder palimanan so they can know the effect of each ingredient substitutes

Keywords : pumice, stone dust palimanan , lightweight concrete , compressive strength and tensile strength

TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN BATU APUNG DAN SERBUK BATU PALIMANAN

Adonis

(D 100 070 059)

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRAKSI

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan nilai optimum dari kuat tekan dan kuat tarik beton ringan dengan menggunakan batu apung (*pumice*) sebagai pengganti agregat kasar dan serbuk batu palimanan sebagai pengganti agregat halus. Penelitian ini menggunakan bahan uji berupa silinder beton dengan persentase pengganti sebesar 0% ; 5 % ; 7,5 % ; 10% ; 12,5% dan 15% baik untuk pengganti agregat kasar maupun agregat halus. Perencanaan adukan beton pada penelitian ini menggunakan metode ACI. Adapun hasil dari penelitian ini untuk menjawab rumusan yang telah dipaparkan pada Bab I yaitu antara lain adalah bahwa bahan pengganti berupa serbuk batu palimanan dan batu apung dengan persentase 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; dan 15% belum bisa dikategorikan sebagai beton ringan karena berat jenisnya belum memenuhi persyaratan. Kuat tekan optimum didapatkan sebesar 14,55445 MPa pada persentase pengganti sebesar 10,4205%. Sedangkan kuat tarik didapatkan hasil sebesar 2,35497 MPa pada persentase pengganti 10,86842%. Sehingga saran dan masukan peneliti adalah perlu adanya penelitian lanjutan dengan persentase pengganti pada batu apung dan serbuk batu palimanan lebih dari 15% dan adanya penelitian dengan memisahkan bahan pengganti antara batu apung dan serbuk batu palimanan sehingga bisa diketahui pengaruh dari masing masing bahan pengganti.

**Kata kunci : batu apung (*pumice*), serbuk batu palimanan, beton ringan,
kuat tekan dan kuat tarik**

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan bahan bangunan yang sering digunakan dalam membuat suatu komponen struktur seperti plat, balok dan kolom. Hal ini dikarenakan beton lebih mudah dalam pelaksanaannya dan bisa disesuaikan bentuk dan dimensinya. Namun beton memiliki kekurangan seperti lemah terhadap tarik dan juga mempunyai berat sendiri beton yang cukup besar sampai mencapai berat jenis 2400 kg/m^3 . Peranan berat sendiri didalam struktur bangunan gedung bertingkat sangatlah dominan khususnya bila dilakukan analisa terhadap beban gempa. Semakin berat bangunan maka semakin besar gaya inersia yang ditimbulkan akibat berat sendiri bangunan (Praktikto.2010).

Beton ringan merupakan salah satu solusi dalam mengurangi berat sendiri dikarenakan mempunyai berat isi maksimum 1850 kg/m^3 . Pada penelitian ini batu apung (*pumice*) digunakan sebagai pengganti agregat kasar dan serbuk batu palimanan digunakan sebagai pengganti agregat halus. Komposisi campuran yang digunakan yaitu 0% ; 5% ; 7,5% ; 10% ; 12,5% dan 15% dengan masing masing bahan uji sebanyak 10 sample dengan pengujian kuat tekan dan kuat tarik. Jenis beton ringan yang dibuat adalah jenis beton ringan struktural dengan agregat ringan alami (*natural aggregates*) tanpa gelembung udara (*non aerated*.)

Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang timbul sebagaimana dijelaskan pada latar belakang di atas, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh batu apung (*pumice*) dan serbuk batu palimanan terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton ringan.
2. Berapakah persentase campuran batu apung dan serbuk batu palimanan yang optimum, sehingga didapatkan kuat tekan dan kuat tarik yang tinggi.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh batu apung (*pumice*) sebagai pengganti agregat kasar dan serbuk batu palimanan sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton ringan.
2. Memperoleh kuat tekan dan kuat tarik beton ringan dengan menggunakan bahan pengganti batu apung (*pumice*) dan serbuk batu palimanan.

Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini terdiri dari manfaat secara teoritis dan secara praktis, dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan tentang kelebihan, kekurangan maupun kuat tekan dan kuat tarik dari penggunaan batu apung (*pumice*) dan serbuk batu palimanan sebagai bahan agregat kasar dan halus dalam pembuatan beton ringan agar dalam penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi tentang penggunaan batu apung (*pumice*) dan serbuk batu palimanan sebagai salah satu alternatif dalam pembuatan beton ringan struktural.
2. Secara praktis, diharapkan penggunaan batu apung (*pumice*) dan serbuk batu palimanan ini dapat digunakan sebagai beton ringan struktural pada beberapa proyek terutama pada daerah gempa yang cukup tinggi mengingat beton ringan yang dihasilkan mempunyai kelebihan mengurangi beban berat sendiri.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Agregat Ringan

Menurut SNI 03 2461 2002 beton beragregat ringan dapat dibedakan menjadi 3 antara lain adalah

1. Agregat ringan buatan. Yaitu agregat yang dibuat dengan membekahkan atau memanaskan bahan-bahan, seperti terak dan peleburan besi, tanah liat *diatome*, abu terbang, tanah serpih, batu tulis dan lempung.
2. Agregat ringan alami. Yaitu agregat yang diperoleh dari bahan-bahan alami seperti batu apung, batu letusan gunung atau batuan lahar.

3. Beton ringan struktural. Yaitu beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m^3 kondisi kering permukaan jenuh dan harus memenuhi persyaratan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural.

Sedangkan menurut Tripriyo dan kawan-kawan (2010) beton agregat ringan merupakan salah satu bagian dari beton ringan (*lightweight concrete*) selain *aerated lightweight concrete* dan *no fine lightweight concrete*. Beton agregat ringan dapat dibuat dari agregat ringan yang berasal dari :

1. Agregat ringan produk industri misalnya *furnace bottom ash*, *furnace klinker*,
2. Agregat ringan natural misalnya batu apung (*pumice stone*) dan *scoria*,
3. Agregat ringan artifisial misalnya *slag*, *expand shale*, *expand clay*, *perlite* dan *vermiculite*.

Menurut ACI 213R-87 terdapat tiga jenis beton agregat ringan berdasarkan *density*, yaitu:

1. Beton agregat ringan kepadatan rendah dengan *density* kering udara $400 - 800 \text{ kg/m}^3$ dan kuat tekan antara $0,69 - 6,89 \text{ MPa}$. Agregat ringan yang digunakan antara lain *vermiculite* dan *perlite*.
2. Beton agregat ringan kekuatan moderat dengan *density* kering udara $800 - 1400 \text{ kg/m}^3$ dan kuat tekan antara $6,89 - 17,24 \text{ MPa}$. Agregat ringan yang digunakan antara lain batu apung (*pumice stone*) dan *scoria*.
3. Beton agregat ringan struktural dengan *density* kering udara $1440 - 1850 \text{ kg/m}^3$ dan kuat tekan lebih besar dari $17,24 \text{ MPa}$. Agregat ringan yang digunakan antara lain *pumice stone*, *slag*, *clay* dan *slate*.

Sifat Beton Agregat Ringan

Sifat beton agregat ringan sangat berpengaruh terhadap kualitas beton yang dihasilkan. Hal ini bertujuan untuk memastikan apakah layak atau tidaknya beton itu digunakan. Adapun kekurangan maupun kelebihan dari beton agregat ringan menurut (Prabowo, 2011) adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan beton ringan

Beton ringan menurut (Ghambir,1986) mempunyai sifat positif sebagai berikut :

- a) Beton memiliki berat jenis antara 300 kg/m^3 sampai 1200 kg/m^3 , beton normal memiliki berat jenis 2300 kg/m^3 sampai 2400 kg/m^3 .
- b) Tidak menghantarkan panas, beton ringan memiliki nilai isolasi antara 3-6 kali bata dan sekitar 10 kali beton normal.
- c) Tahan api, beton ringan memiliki sifat yang baik sekali dalam menahan kebakaran, karena sifatnya yang tidak baik menghantarkan panas, sehingga beton ringan baik untuk melindungi bagian struktur dari pengaruh api.
- d) Beton ringan mudah digergaji ataupun dipaku, karena itu beton ringan mudah dibuat.
- e) Harganya lebih murah dibandingkan dengan beton normal.

2. Kekurangan Beton ringan

- a) Daya isolasi kurang baik.

Beton ringan apabila digunakan untuk bahan isolasi suara kurang baik dibandingkan dengan beton normal yang lebih padat. Beton ringan lebih banyak mempunyai rongga-rongga sehingga daya tahan terhadap isolasi kurang baik.

- b) Keawetan.

Karena beton ringan tidak kedap air, maka beton ringan tidak dapat menahan terjadinya korosi yang terjadi pada baja tulangan sebagaimana terjadi pada beton normal. Oleh karena itu baja tulangan perlu diberi lapisan khusus yang dapat mencegah terjadinya korosi.

Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Beton Ringan

1. Agregat

Bahan pengisi terbanyak pada beton hampir 70-75% dari total volumenya adalah berupa agregat. Maka dari itu kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan menggunakan agregat yang baik maka beton akan mudah untuk dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis.

2. *Cement Portland*

Cement portland merupakan salah satu semen hidrolis dimana semen akan mengeras apabila bereaksi dengan air. Penggabungan antara air dan semen ini disebut dengan pasta semen. Pasta semen merupakan bahan pengikat antara agregat halus dan kasar pada beton. Semakin banyak jumlah semen maka kekuatan dan pengerasannya akan semakin besar. Namun hal itu tidak akan berpengaruh apabila jumlah air yang digunakan juga semakin banyak. Semen dengan jumlah sedikit namun dengan jumlah air yang sedikit bisa memberikan kekuatan yang lebih besar.

Semen Portland dapat dibagi atas 5 tipe yaitu:

- a) Tipe I, semen *Portland* yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b) Tipe II, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c) Tipe III, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d) Tipe IV, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- e) Tipe V, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat.

3. Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dan berat semen. Semakin besar faktor air semen (f.a.s), makin rendah kuat tekan betonnya. Walaupun semakin rendah faktor air semen, kekuatan beton semakin tinggi. Akan tetapi pada f.a.s kurang dari 0,35 atau kurang dari 25% dari berat semen kuat tekan beton akan rendah. Hal ini terjadi karena kesulitan dalam pemadatan adukan beton, sehingga beton menjadi kurang padat (Tjokrodimulyo, 1996).

4. Umur Beton

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, akan tetapi semakin lama kenaikan

tersebut semakin lambat. Oleh karena itu sebagai standar dalam perhitungan perencanaan struktur digunakan kekuatan beton tekan pada umur 28 hari. Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton dipengaruhi oleh air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatan beton dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kekuatannya (Tjokrodimulyo, 1996).

5. Perawatan (*Curing*)

Perawatan dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan tidak hanya dimaksud untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga dimaksud untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedap terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan beton ada 2 cara yaitu dengan cara penguapan dan pembasahan.

- a) Perawatan beton dengan cara pembasahan yaitu:
 - 1) Menaruh beton dalam ruangan lembab.
 - 2) Menaruh beton dalam genangan air.
 - 3) Menaruh beton dalam air.
 - 4) Menyelimuti permukaan beton dengan air.
 - 5) Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
 - 6) Menyirami permukaan beton secara kontinu.
- b) Perawatan dengan uap yaitu perawatan dengan tekanan rendah dan perawatan dengan tekanan tinggi

LANDASAN TEORI

Bahan Penyusun

1. Batu Apung

Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunungapi yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat vesicular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung di dalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api. Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit. (<http://www.tekmira.esdm.go.id/newtek2/>)

Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu:

- a) mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 , dan Cl ,
- b) hilang pijar (*Loss of Ignition*) 6%,
- c) Mempunyai pH 5,
- d) bobot isi ruah $480 - 960 \text{ kg/cm}^3$,
- e) peresapan air (*water absorption*) 16,67%,
- f) berat jenis $0,8 \text{ gr/cm}^3$,
- g) hantaran suara (*sound transmission*) rendah,
- h) rasio kuat tekan terhadap beban tinggi,
- i) konduktifitas panas (*thermal conductivity*) rendah,
- j) dan ketahanan terhadap api sampai dengan enam jam.

2. Batu Palimanan

Batu palimanan adalah suatu jenis batuan sedimen atau batu endapan. Batuan ini terbentuk dari proses pengendapan (sedimentasi) lapisan tanah dan zat-zat kimia yang dihanyutkan oleh air. Batu Palimanan termasuk jenis batuan pasir atau *sandstone* yang terbentuk dari butiran-butiran pasir melalui proses sedimentasi butiran pasir yang kurang kuat bahkan ada yang sangat lemah. Umumnya berwarna terang (putih, krem) dan banyak yang memiliki urat. Walaupun demikian batu palimanan memiliki tingkat kekerasan/density yang

cukup tinggi dibandingkan dengan batu *sandstone* lainnya seperti Batu Alam Paras Jogja, Batu Paras Jogja, atau batu paras bali. (<http://www.cirebonbatualam.com/tips/palimanan-tips/batu-palimanan.html>)

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah Pasir pasang, semen, kerikil, batu Palimanan sebagai pengganti agregat halus dan batu apung (*pumice*) sebagai pengganti agregat kasar. Sedangkan alat yang digunakan selama penelitian terdiri dari alat bantu pengujian meliputi cawan, gelas ukur, oven, ttandar warna (*Hellige Tester*), kerucut abram, timbangan, ayakan, mesin los angele, penggetar ayakan (*Siever*) dan silinder *mold*. Sedangkan untuk pengujian melakukan alat uji tekan dan uji tarik.

Tahap awal penelitian yaitu dengan melakukan pengujian terhadap semua bahan yang akan digunakan, baik itu pasir, kerikil, semen, serbuk batu palimanan, air dan batu apung. Pemeriksaan terhadap pasir dan serbuk batu palimanan meliputi uji kandungan bahan organik, uji gradasi dan kadar lumpur, uji SSD, uji spesifik gravity. Sedangkan untuk kerikil dan batu apung meliputi uji berat satuan volume, uji gradasi, uji spesifik gravity dan absorsi dan uji keausan hanya untuk kerikil.

Setelah dilakukan pengujian terhadap semua bahan langkah selanjutnya yaitu perancangan campuran adukan beton dengan menggunakan metode ACI.

Tabel 1. Kebutuhan material campuran adukan beton

| Material | 1 m3 | 1 silinder beton |
|----------|------|------------------|
| air | 177 | 0,94 Liter |
| Semen | 491 | 2,60 Kg |
| Pasir | 520 | 2,76 Kg |
| Kerikil | 1050 | 5,56 Kg |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan perancangan adukan beton berdasarkan metode ACI, langkah selanjutnya yaitu merencanakan campuran beton ringan dengan bahan

pengganti serbuk batu palimanan dan batu apung dengan persentase pengganti sebesar 5% ; 7,5% ; 10% ; 12,5% dan 15%..

Tabel 2. Kebutuhan material 1 silinder beton setiap variasi adukan beton

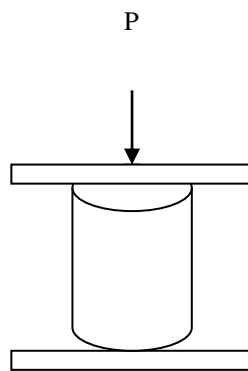
| No | Kode | Jenis Kode | Jumlah | | | | | | |
|----|---------|--------------------|--------|-------|---------|-------|-----------------------|------------|-----------|
| | | | semen | pasir | kerikil | air | Serbuk Batu palimanan | Batu apung | Benda Uji |
| | | | kg | kg | kg | Liter | kg | kg | |
| 1 | BN | Beton Normal | 2,6 | 2,76 | 5,56 | 0,94 | - | - | 10 |
| 2 | BR-5 | Beton Ringan 5% | 2,6 | 2,62 | 5,29 | 0,94 | 0,14 | 0,28 | 10 |
| 3 | BR-7,5 | Beton Ringan 7,5% | 2,6 | 2,55 | 5,15 | 0,94 | 0,21 | 0,42 | 10 |
| 4 | BR-10 | Beton Ringan 10% | 2,6 | 2,48 | 5,01 | 0,94 | 0,28 | 0,56 | 10 |
| 5 | BR-12,5 | Beton Ringan 12,5% | 2,6 | 2,41 | 4,87 | 0,94 | 0,34 | 0,70 | 10 |
| 6 | BR-15 | Beton Ringan 15% | 2,6 | 2,34 | 4,73 | 0,94 | 0,41 | 0,83 | 10 |

(Sumber : Hasil Penelitian)

setelah dilakukan perancangan campuran adukan beton langkah selanjutnya yaitu uji slump. Setelah itu dilakukan pembuatan benda uji dan dilakukan perawatan beton (*curing*) selama 28 hari dengan cara perendaman. Setelah dilakukan perawatan selama 28 hari langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Pengujian kuat tekan menggunakan bahan uji berupa silinder beton dengan diameter 15cm tinggi 30cm. Nilai kuat tekan beton dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (1) berikut ini :

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \text{ MPa} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana, P adalah beban maksimum (kN) yang diperoleh dari alat uji, A luas penampang benda uji (mm²).

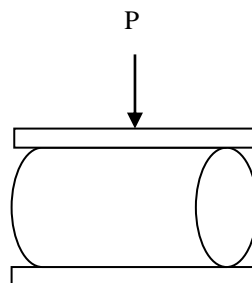


Gambar 1. Skema Pengujian Kuat tekan

Sedangkan pengujian kuat tarik menggunakan bahan uji silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm. Adapun nilai kuat tarik belah beton dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (2) seperti di bawah ini :

$$\text{Kuat tarik} = \frac{2.P}{\pi .l.d} \text{ MPa} \dots\dots\dots(2)$$

Domana, P adalah beban maksimum (kN) yang diperoleh dari alat uji, *l* panjang benda uji (mm) dan d diameter benda uji (mm).



Gambar 2. Skema pengujian kuat tarik beton silinder

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan

Tabel 1. Data hasil pengujian kuat tekan beton normal (BN)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 250 | 12,34 | 2328,85 | 14,15 | 14,38 |
| 2 | 250 | 12,31 | 2323,19 | 14,15 | |
| 3 | 260 | 12,29 | 2319,41 | 14,72 | |
| 4 | 250 | 12,5 | 2359,05 | 14,15 | |
| 5 | 260 | 12,42 | 2343,95 | 14,72 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.4 Data hasil pengujian kuat tekan beton ringan 5% (BR-5)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 210 | 11,98 | 2260,91 | 11,89 | 12,46 |
| 2 | 240 | 12,69 | 2394,90 | 13,59 | |
| 3 | 220 | 12,19 | 2300,54 | 12,46 | |
| 4 | 210 | 11,75 | 2217,50 | 11,89 | |
| 5 | 220 | 12,98 | 2260,91 | 12,46 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.5 Data hasil pengujian kuat tekan beton ringan 7,5% (BR-7,5)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 280 | 12,36 | 2323,63 | 15,85 | 15,85 |
| 2 | 280 | 12,25 | 2311,87 | 15,85 | |
| 3 | 290 | 11,61 | 2191,08 | 16,42 | |
| 4 | 280 | 12,30 | 2321,30 | 15,85 | |
| 5 | 270 | 11,25 | 2123,14 | 15,29 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.6 Data hasil pengujian kuat tekan beton ringan 10% (BR-10)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 230 | 12,17 | 2296,77 | 13,02 | 13,59 |
| 2 | 250 | 12,53 | 2364,71 | 14,15 | |
| 3 | 250 | 12,06 | 2276,01 | 14,15 | |
| 4 | 230 | 12,44 | 2347,72 | 13,02 | |
| 5 | 240 | 12,25 | 2311,87 | 13,59 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.7 Data hasil pengujian kuat tekan beton ringan 12,5% (BR-12,5)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 260 | 12,18 | 2296,77 | 13,02 | 13,59 |
| 2 | 250 | 12,20 | 2364,71 | 14,15 | |
| 3 | 240 | 12,67 | 2276,01 | 14,15 | 13,59 |
| 4 | 250 | 12,41 | 2347,72 | 13,02 | |
| 5 | 240 | 12,05 | 2311,87 | 13,59 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.8 Data hasil pengujian kuat tekan beton ringan 15% (BR-15)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 250 | 12,05 | 2274,12 | 14,15 | 13,93 |
| 2 | 240 | 12,31 | 2323,19 | 13,59 | |
| 3 | 250 | 12,47 | 2353,39 | 14,15 | |
| 4 | 250 | 12,95 | 2443,97 | 14,15 | |
| 5 | 240 | 12,13 | 2289,22 | 13,59 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.9 Data hasil kuat tekan rata-rata variasi beton

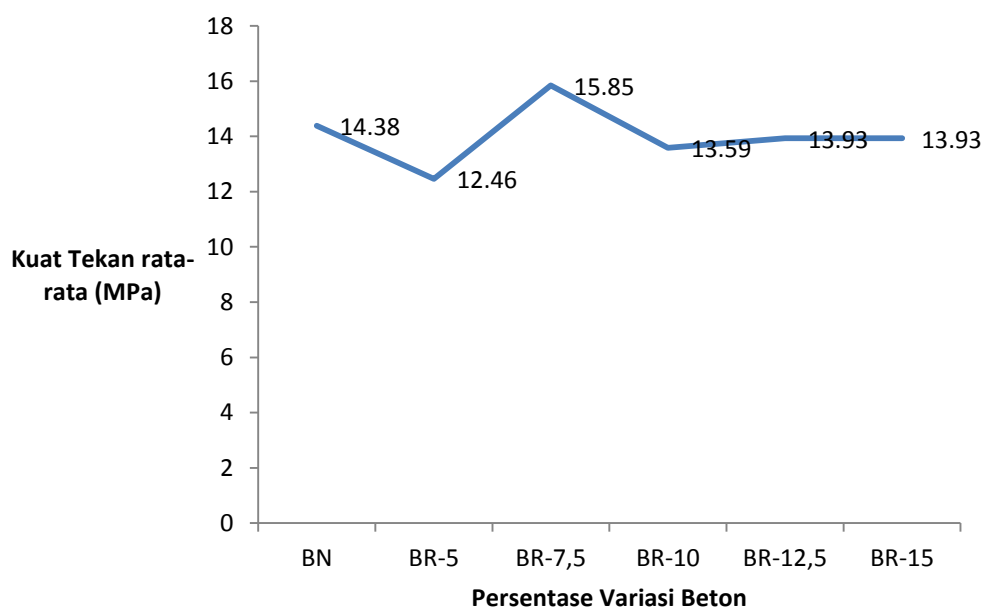
| No | Kode | Jenis Benda Uji | Kuat Tekan rata-rata |
|----|--------|-------------------|----------------------|
| | | | MPa |
| 1 | BN | Beton Normal | 14,38 |
| 2 | BR-5 | Beton Ringan 5% | 12,46 |
| 3 | BR-7,5 | Beton Ringan 7,5% | 15,85 |
| 4 | BR-10 | Beton Ringan 10% | 13,59 |

Lanjutan Tabel V.9 Data hasil kuat tekan rata-rata variasi beton

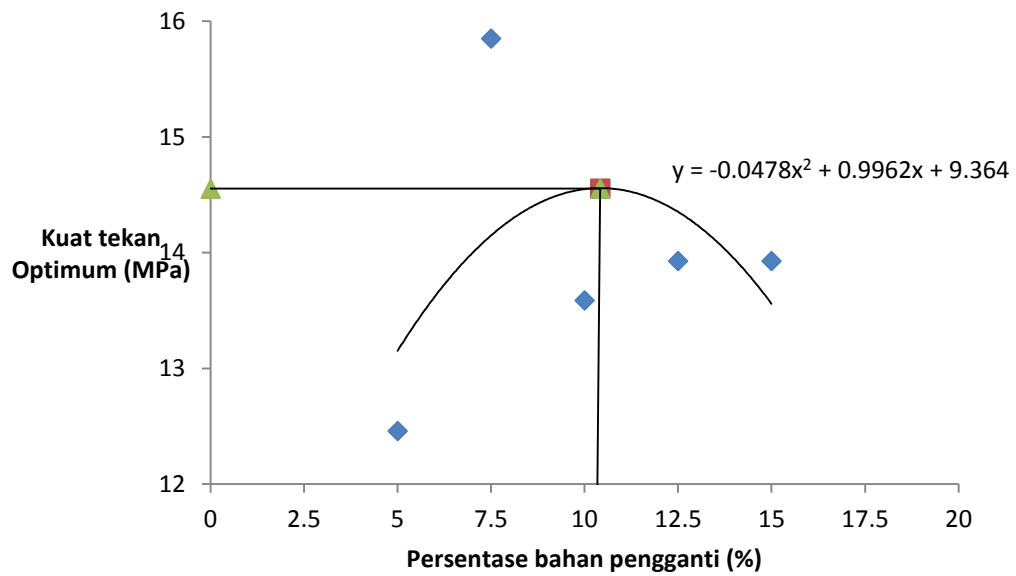
| No | Kode | Jenis Benda Uji | Kuat Tekan rata-rata |
|----|---------|--------------------|----------------------|
| | | | MPa |
| 5 | BR-12,5 | Beton Ringan 12,5% | 13,93 |
| 6 | BR-15 | Beton Ringan 15% | 13,93 |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari tabel di atas kuat tekan rata-rata beton normal pada umur 28 hari senilai 14,38 MPa. Pada beton ringan dengan presentase pengganti sebesar 5% kuat tekan rata-rata mengalami penurunan sebesar 13,35% dari beton normal atau sebesar 12,46 MPa. Sedangkan pada presentase pengganti 7,5% beton ringan mengalami kenaikan kuat tekan rata-rata sebesar 9,27% dari beton normal atau sebesar 15,85 MPa. Sedangkan pada presentase pengganti 10% kuat tekan rata-rata kembali turun namun hanya sebesar 5,49% dari beton normal atau sebesar 13,59 MPa. Sedangkan pada presentase pengganti 12,5% dan 15% memiliki kuat tekan rata-rata yang sama sebesar 13,93. Kuat tekan pada BR-12,5 dan BR-15 mengalami penurunan yang sangat sedikit hanya sebesar 3,13% dari beton normal dan 12,11% dari kuat tekan tertinggi pada beton ringan (BR-7,5).



Gambar 1 Grafik hasil kuat tekan rata-rata variasi beton



Gambar 2 Grafik nilai optimum kuat tekan rata-rata beton ringan

Mencari koordinat nilai titik optimum (x_p ; y_p)

Dari grafik didapatkan persamaan $y = -0.0478x^2 + 0.9962x + 9.364$

Maka :

$$x_p = \frac{-b}{2a}$$

$$x_p = \frac{-0.9962}{2(-0.0478)}$$

$$x_p = 10.4205$$

$$y_p = \frac{D}{-4a}$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$$y_p = \frac{b^2 - 4ac}{-4a}$$

$$y_p = \frac{(0.9962)^2 - 4(-0.0478)9.364}{-4(-0.0478)}$$

$$y_p = 14.55445$$

Dari grafik di atas, berdasarkan perhitungan didapatkan koordinat titik optimum adalah (10,4205 ; 14,55445). Sehingga beton ringan tersebut memiliki kuat tekan optimum sebesar 14,55445 MPa pada persentase 10,4205%.

Kuat tarik

Tabel V.10 Data hasil pengujian kuat tarik beton normal (BN)

| No | Beban (p_{max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|---------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 180 | 12,49 | 2357,16 | 2,55 | 2,55 |
| 2 | 180 | 12,49 | 2357,16 | 2,55 | |
| 3 | 180 | 12,35 | 2330,74 | 2,55 | |
| 4 | 180 | 12,55 | 2368,48 | 2,55 | |
| 5 | 180 | 12,50 | 2359,05 | 2,55 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.11 Data hasil pengujian kuat tarik beton ringan 5% (BR-5)

| No | Beban (p_{max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|---------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 200 | 12,41 | 2342,06 | 2,83 | 2,89 |
| 2 | 200 | 12,17 | 2296,77 | 2,83 | |
| 3 | 210 | 12,21 | 2304,32 | 2,97 | |
| 4 | 200 | 12,35 | 2330,74 | 2,83 | |
| 5 | 210 | 12,14 | 2291,11 | 2,97 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.12 Data hasil pengujian kuat tarik beton ringan 7,5% (BR-7,5)

| No | Beban (p_{max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|---------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 170 | 12,08 | 2279,78 | 2,41 | 2,35 |
| 2 | 170 | 12,13 | 2289,22 | 2,41 | |
| 3 | 160 | 13,43 | 2534,56 | 2,26 | |
| 4 | 170 | 12,87 | 2428,87 | 2,41 | |
| 5 | 160 | 12,55 | 2368,48 | 2,26 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.13 Data hasil pengujian kuat tarik beton ringan 10% (BR-10)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 170 | 11,83 | 2232,60 | 2,41 | 2,35 |
| 2 | 170 | 12,31 | 2323,19 | 2,41 | |
| 3 | 160 | 11,95 | 2255,25 | 2,26 | |
| 4 | 170 | 11,87 | 2240,15 | 2,26 | |
| 5 | 160 | 12,15 | 2292,99 | 2,41 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.14 Data hasil pengujian kuat tarik beton ringan 12,5% (BR-12,5)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 180 | 11,75 | 2217,50 | 2,55 | 2,55 |
| 2 | 180 | 11,88 | 2242,04 | 2,55 | |
| 3 | 180 | 11,91 | 2247,70 | 2,55 | |
| 4 | 170 | 11,57 | 2183,53 | 2,41 | |
| 5 | 190 | 12,65 | 2198,63 | 2,69 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.15 Data hasil pengujian kuat tarik beton ringan 15% (BR-15)

| No | Beban (p_{\max}) | w | $\gamma_c = w/v$ | $F'_c = P/A$ | Rata-rata |
|----|----------------------|-------|-------------------|--------------|-----------|
| | kN | Kg | Kg/m ³ | MPa | MPa |
| 1 | 180 | 11,95 | 2255,25 | 2,55 | 2,49 |
| 2 | 170 | 11,78 | 2223,17 | 2,41 | |
| 3 | 170 | 11,81 | 2228,83 | 2,41 | |
| 4 | 180 | 11,67 | 2202,41 | 2,55 | |
| 5 | 180 | 12,85 | 2236,38 | 2,55 | |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel V.16 Data hasil kuat tarik rata-rata variasi silinder beton

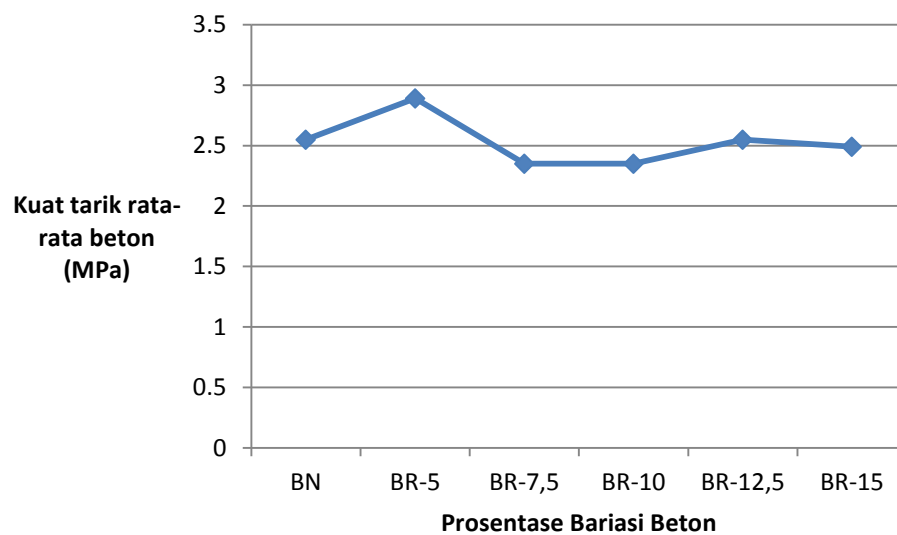
| No | Kode | Jenis Benda Uji | Kuat Tarik rata-rata |
|----|--------|-------------------|----------------------|
| | | | MPa |
| 1 | BN | Beton Normal | 2,55 |
| 2 | BR-5 | Beton Ringan 5% | 2,89 |
| 3 | BR-7,5 | Beton Ringan 7,5% | 2,35 |
| 4 | BR-10 | Beton Ringan 10% | 2,35 |

Lanjutan Tabel V.16 Data hasil kuat tarik rata-rata variasi silinder beton

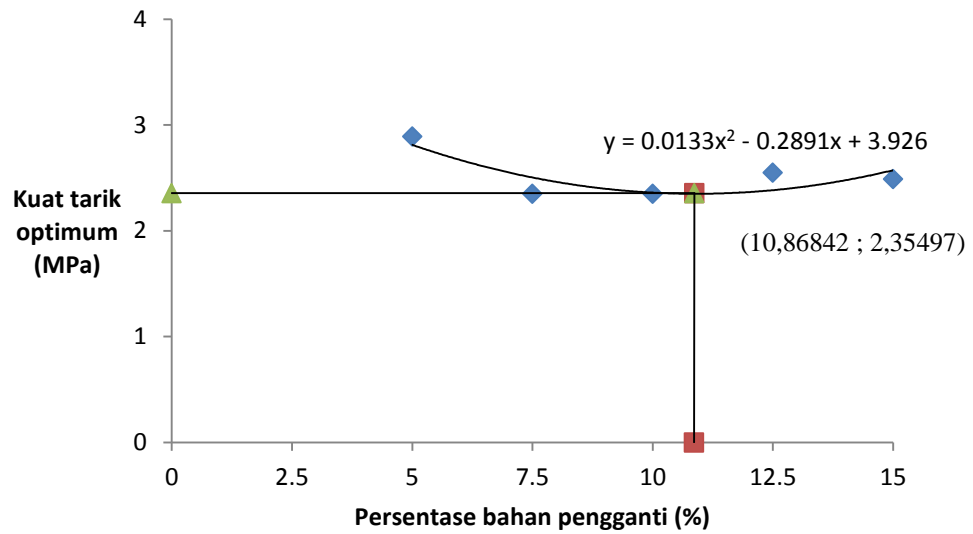
| | | | |
|---|---------|--------------------|------|
| 5 | BR-12,5 | Beton Ringan 12,5% | 2,55 |
| 6 | BR-15 | Beton Ringan 15% | 2,49 |

(Sumber : Hasil Penelitian)

Dari hasil di atas kuat tarik beton normal yang dihasilkan adalah sebesar 2,55 MPa sama dengan BR-12,5. Kuat tarik tertinggi justru terjadi pada pengganti agregat sebesar 5% (BR-5) yaitu sebesar 2,89 MPa naik sebesar 11,76%.. Sedangkan kuat tarik terendah sebesar 2,35 MPa yaitu pada BR-7,5 dan BR-10 yang mengalami penurunan kuat tekan sebesar 7,84%.



Gambar V.3 Grafik hasil kuat tekan rata-rata variasi beton



Gambar V.4 Grafik nilai optimum kuat tarik rata-rata beton ringan

Mencari koordinat nilai titik optimum (x_p ; y_p)

Dari grafik didapatkan persamaan $y = 0.0133x^2 - 0.2891x + 3.926$

Maka :

$$x_p = \frac{-b}{2a}$$

$$x_p = \frac{-(-0.2891)}{2(0.0133)}$$

$$x_p = 10.86842$$

$$y_p = \frac{D}{-4a}$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$$y_p = \frac{b^2 - 4ac}{-4a}$$

$$y_p = \frac{(-0.2891)^2 - 4(0.0133)(3.926)}{-4(0.0133)}$$

$$y_p = 2.35497$$

Dari grafik di atas, berdasarkan perhitungan didapatkan koordinat titik optimum adalah (10,86842 ; 2,35497). Sehingga beton ringan tersebut memiliki kuat tarik optimum sebesar 2,35497 MPa pada persentase 10,86842%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan telah dibahas dalam analisa pembahasan pada bab sebelumnya, serta untuk menjawab rumusan masalah maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Batu apung dan serbuk batu palimanan dalam persentase berat maksimal 15% pada penelitian ini memiliki berat jenis rata-rata sebesar $2309,73 \text{ Kg/m}^3$ untuk kuat tekan dan $2282,74 \text{ Kg/m}^3$ untuk kuat tarik. Maka dengan persentase tersebut beton belum memenuhi syarat sebagai beton ringan karena berat jenis beton ringan yang disyaratkan adalah maksimal sebesar 1800 kg/m^3 .
2. Dari Grafik V.2 maka diperoleh kuat tekan optimum sebesar 14,55445 MPa dengan persentase pengganti 10,4205%. Sedangkan berdasarkan Grafik V.4 maka diperoleh kuat tarik optimum sebesar 2,35497 MPa dengan persentase pengganti 10.86842%.

Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan persentase pengganti pada batu apung dan serbuk batu palimanan lebih dari 15%.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan memisahkan bahan pengganti antara batu apung dan serbuk batu palimanan sehingga bisa lebih detail dalam mencari pengaruh penggunaan batu apung dan serbuk batu palimanan baik dari segi berat jenis, kuat tekan maupun kuat tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiar, 2006, *Pengaruh Dimensi Maksimum Agregat Kasar Batu Apung pada Beton Ringan, Spektrum*, vol. 2 nomor 1, <http://ejournal.ftunram.ac.id/abstrak.php?id=3&vol=3&edisi=1&idisi=166&baca=1>
- Akmaluddin, 2009, Pengaruh Ukuran Butir Batu Apung Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan, *Prosiding Seminar Nasional dan Pameran Hasil-Hasil Penelitian (Dalam Rangka Dies Natalis Unram Ke 47)*, 29-30 September 2009, Mataram
- Tripriyo AB, Dionisius., I. Gusti Putu Raka & Tavio, 2010, Beton Agregat Ringan dengan Substitusi Parsial Batu Apung sebagai Agregat Kasar, *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4) Sanur-Bali, 2-3 Juni 2010*, Jogjakarta
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, Andi, Jogjakarta
- Tjokrodimulyo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Nafiri, Jogjakarta
- Prabowo, 2011, *Tinjauan Kuat Lentur Balok Beton Ringan dengan Agregat Kasar Pecahan Genteng*, Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2001, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SNI 03 – 2491 – 2002*, Badan Standarisasi Nasional Bidang Struktur dan Konstruksi Bangunan, Bandung
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton SNI 03 – 1974 – 1990*, Badan Standarisasi Nasional Bidang Struktur dan Konstruksi Bangunan, Bandung